



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 27 886 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 42 27 886.4  
㉑ Anmeldetag: 22. 8. 92  
㉒ Offenlegungstag: 24. 2. 94

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 G 17/01**  
B 60 G 21/08  
B 60 G 21/10  
G 01 C 19/64  
G 01 C 9/00  
G 01 B 11/24  
G 01 P 15/14  
B 62 D 3/08

DE 42 27 886 A 1

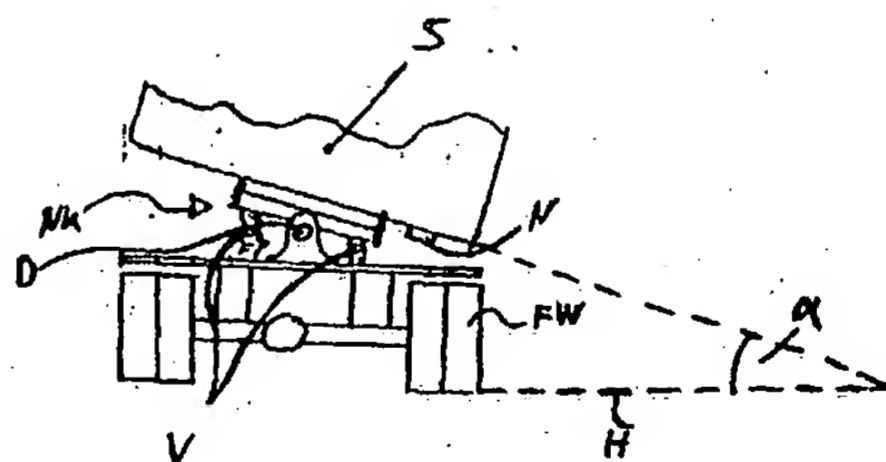
⑦① Anmelder:  
Alcatel SEL Aktiengesellschaft, 70435 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Böhm, Manfred, Dr.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

⑤④ Neigungsgeber für ein Fahrzeug mit einem Aufbau

⑤⑦ Es wird ein Neigungsgeber (N) für ein Fahrzeug (F) mit Aufbau (A) zur Ermittlung des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) des Aufbaus (A) gegenüber der Horizontalen (H) quer zur Fahrtrichtung angegeben. Der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) wird dabei durch Messen der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ), mit der sich der Aufbau quer zur Fahrtrichtung dreht, gemessen und aus diesem Wert der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) berechnet. Dieser Wert des Neigungswinkels kann in einem ersten Anwendungsbeispiel einem Warngerät zugeführt werden, das bei Überschreiten eines kritischen Wertes des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) oder der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ) ein Warnsignal abgibt. Anstelle des Warnsignals kann auch ein Funktionssignal abgegeben werden, das die Fahrweise des Fahrzeuges, z. B. über die Bremse oder das Gaspedal, beeinträchtigt. In einem weiteren Anwendungsbeispiel wird das Ausgangssignal des Neigungsgebers einem Neigungskompensator zugeführt, der den geneigten Aufbau (A) wieder in die Horizontale aufrichtet.

Als Sensor zum Ermitteln der Drehrate eignen sich besonders Faserkreisel, die unter Ausnutzung des Sagnac-Effekts wirken.



DE 42 27 886 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Neigungsgeber gemäß Anspruch 1.

Solche Neigungsgeber können in Fahrzeugen eingesetzt werden, um den Neigungswinkel des Aufbaus quer zur Längsrichtung des Fahrzeuges zu ermitteln, z. B. um dem Fahrer eine Warnung abzugeben oder um gegebenenfalls vorhandene, die Neigung des Aufbaus ausgleichende Neigungskompensatoren anzusteuern.

Eine Neigung des Aufbaus kann z. B. beim Durchfahren einer Kurve entstehen, da die Fahrzeuge der Fliehkraft unterliegen, die horizontal nach außen wirkt und die proportional der Fahrzeugmasse, dem Kehrwert des Kurvenradius und dem Quadrat der Fahrzeuggeschwindigkeit ist. Am Fahrzeug greift außerdem die der Fahrzeugmasse proportionale, vertikal wirkende Schwerkraft an. Aus Fliehkraft und Schwerkraft, die sich vektoriell addieren, bildet sich eine Summenkraft, die am Fahrzeugschwerpunkt angreift. Da dieser Schwerpunkt immer oberhalb der Fahrbahn liegt, bewirkt sie ein Kippmoment.

Dieses Kippmoment wird im allgemeinen durch die Konstruktion des Fahrzeugfahrwerkes kompensiert, sofern die Fahrzeuggeschwindigkeit dem jeweiligen Kurvenradius angepaßt ist, und die Ladung eines Fahrzeuges nicht zu einer unzulässigen Erhöhung des Fahrzeugschwerpunktes führt.

Die bei einer Kurvenfahrt auftretende Fliehkraft führt jedoch bei gefederten Fahrzeugen immer dann zu einer Neigung des Aufbaus eines Fahrzeuges gegenüber dessen Fahrwerk, wenn die Fahrbahn nicht überhöht ausgebaut ist oder die Fahrzeugeigenschaften nicht einer vorhandenen Überhöhung angepaßt sind.

Wegen der Neigung des Fahrzeugaufbaus in Kurven infolge der Fliehkraft kann es auch bei noch sicherem Fahrverhalten des Fahrzeugs zu Nebenwirkungen kommen, die unangenehm sind oder sogar zu Schäden führen. Dazu gehören der Fahrgastkomfort bei Bussen und das Verrutschen nicht ausreichend gesicherter Ladung bei Lastkraftwagen.

Gefährlich ist allerdings das Kurvenverhalten von Tanklastern, weil bei Tanks ohne Schotten die bewegliche Tankflüssigkeit nach "außen" strömt, eine parabelförmige Oberfläche bildet und so den Schwerpunkt ebenfalls nach außen verlagert. Dadurch wird die Gefahr des Kippens schwer vorhersehbar erhöht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen technisch zuverlässigen und empfindlichen Neigungsgeber, sowie eine geeignete Anordnung eines solchen Neigungsgebers zur Reduzierung des Kippmoments anzugeben.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 sowie die der Ansprüche 5, 7 und 10 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Fahrzeuges mit einem Kippwarngerät schematisch in der Rückansicht abgebildet, und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Fahrzeuges mit einem Neigungskompensator, ebenfalls in der Rückansicht abgebildet.

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines Neigungsgebers N und dessen Anordnung in einem Fahrzeug F abgebildet. Die Fig. 1 zeigt die Rückansicht eines Lastkraftwagens F mit einem schematisch abgebildeten

Fahrwerk FW und einem Aufbau A. Der Neigungsgeber N weist als Sensor vorteilhafterweise einen die Drehrate messenden Faserkreisel auf.

Ein solcher Faserkreisel und sein Funktionsprinzip sind an und für sich gesehen schon z. B. aus der Zeitschrift Mikrowellen Magazin, Heft 5/80, Seiten 417 bis 423 bekannt. Solche Faserkreisel weisen im wesentlichen eine zylindrisch gewickelte aus einer optischen Faser bestehende Spule auf, in der zwei Lichtbündel der gleichen Wellenlänge, der gleichen Polarisation und unter bekannter Phasenlage in entgegengesetzter Richtung in der Faser geführt werden. Dreht sich nun die Spule um ihre Zylinderachse, tritt der sogenannte Sagnac-Effekt auf, der eine Phasenverschiebung der beiden Lichtbündel zueinander bewirkt. Die Phasenverschiebung ist dabei proportional zur Drehrate. Diese Phasenverschiebung wird in einer an und für sich bekannten elektrischen und optischen Einrichtung ausgewertet. Aus diesem Ergebnis wird der Drehwinkel, den die Spule bei der Drehung erfahren hat, errechnet. Die Messung erfolgt dabei auf ein raumfestes Bezugssystem bezogen.

Der Faserkreisel eignet sich durch seine mechanische Robustheit und seine kleinen Ausmaße sowie sein geringes Gewicht in vorteilhafter Weise als Drehratensensor. Ein weiterer Vorteil in der Verwendung eines Faserkreisels liegt in seiner hohen Empfindlichkeit, die eine sehr geringe und auch zeitlich kurze Drehrate meßbar macht.

Der Faserkreisel ist dabei derart optimiert, daß er für die Messung einer Drehrate  $da/dt = 1$  bis  $10^\circ/h$  eine maximale Genauigkeit zeigt.

Eine solche Drehrate entspricht etwa einer Auslenkungsrate des Aufbauswerpunktes S um  $0,1 \text{ mm/s}$ . Da die Kippgefahr bei Auslenkungen des Schwerpunktes oberhalb von etwa  $0,1 \text{ m}$  beginnt, entspricht der Faserkreisel einer Genauigkeitsklasse von  $0,1\%$ .

Diese Genauigkeit ist notwendig zu möglichst frühzeitigen Erkennung einer Kippgefahr, da neben der Messung des Winkels  $\alpha$  die Bewertung von dessen Änderung  $da/dt$  eine entscheidende Rolle spielt. Denn die Kippgefahr ist dann groß, wenn bereits große Winkel  $\alpha$  mit großen Drehraten  $da/dt$  zusammentreffen, jedoch klein, wenn bei großem  $\alpha$  die Drehrate  $da/dt$  gegen Null geht. Aus den fahrdynamischen Eigenschaften eines bestimmten Fahrzeugs ergeben sich die zulässigen und nicht zulässigen Verläufe von  $\alpha$  und  $da/dt$  die im Auswerterechner zu berücksichtigen sind.

Der Faserkreisel ist unterhalb des Aufbaus A so angebracht, daß seine Drehachse parallel zur Fahrzeugachse ausgerichtet ist. Dabei ist der Ort der Befestigung nicht wesentlich, denn eine Neigung des Aufbaus A führt auch zu einer Neigung der gesamten Ladefläche, wenn diese ausreichend steif ist.

Die Auswertereinrichtung des Neigungsgebers muß dabei nicht in unmittelbarer Nähe des Faserkreisels angebracht sein, sondern sie kann sich z. B. auch im Motorraum oder in der Fahrerzelle befinden.

In einem ersten Anwendungsbeispiel werden die den Neigungswinkel  $\alpha$  oder die Drehrate  $da/dt$  enthaltenen Ausgangsdaten des Neigungsgebers N einem Kippwarngerät zugeführt, das ein Kippsignal abgibt, sobald der Neigungswinkel  $\alpha$  des Aufbaus A gegenüber der Horizontalen quer zur Längsrichtung des Fahrzeuges F einen vorgegebenen Schwellwert  $\alpha_k$  oder  $da_k/dt$  übersteigt. Das Kippsignal kann sowohl ein Warnsignal als auch ein Signal sein, das einen Eingriff in die Funktionsweise des Fahrzeuges, z. B. Bremsen oder Gas, bewirkt.

Das Kippsignal kann auch aus einer Mischung beider Signalarten bestehen. Es ist beispielsweise vorgesehen, das Kippsignal für unterschiedliche Werte des Neigungswinkels  $\alpha$  oder der Drehrate  $da/dt$  in mehrere Stufen aufzuteilen. So wird z. B. beim Erreichen eines ersten Schwellwertes  $\alpha_1$  oder  $da_1/dt$  eine optische Anzeige im Fahrerhaus aktiviert, bei Erreichen eines höheren Schwellwertes  $\alpha_2$  oder  $da_2/dt$  wird eine akustische Warnung abgegeben, bei Erreichen eines noch höheren dritten Schwellwertes  $\alpha_3$  oder  $da_3/dt$  erfolgt ein mechanisches Rütteln, z. B. des Fahrersitzes oder des Lenkrades. Bei Erreichen eines vierten Schwellwertes  $\alpha_4$  oder  $da_4/dt$  erfolgt der Eingriff in die Funktionsfähigkeit des Fahrzeuges. Die genannten einzelnen Maßnahmen können natürlich auch in anderer Reihenfolge und/oder einer anderen Zusammensetzung erfolgen. Ein solches Kipp-Warngerät hat den Vorteil, daß es nachträglich eingebaut werden kann.

Die Ausgangswerte des Neigungsgebers N werden zum Erzeugen des Kippsignals auf eine Rechneinheit geführt, in der die Schwellwerte für die einzelnen Warnstufen und/oder Funktionsstufen gespeichert sind. Durch Vergleich momentaner Werte  $\alpha$  des Neigungswinkels oder  $da/dt$  der Drehrate mit entsprechenden Schwellwerten ermittelt der Rechner das jeweils vorgegebene Kippsignal, das dann über die Rechneinheit an die jeweilige Warn-Funktionseinheit geleitet wird und dort durch eine entsprechende Einheit ein Warnsignal oder Funktionssignal erzeugt.

Nahezu jedes Fahrzeug hat einen gefederten Aufbau. Die Forderung ist u. a. durch die Länge der Federwege charakterisiert. Außerdem sind die Federwege durch Anschläge begrenzt. Hieraus ergeben sich die Randwerte für die Ermittlung der kritischen Werte, bei denen eine Kippgefahr vorliegt. Ein Grenzwert des Neigungswinkels  $\alpha$  ist gegeben, wenn der Fahrzeugaufbau A auf der Kurvenaußenseite sich so weit neigt, daß der untere Federungsanschlag erreicht wird und gleichzeitig auf der Kurveninnenseite die Federung voll entlastet ist.

Vor Erreichen des Grenzwertes des Kippwinkels können in der oben aufgezeigten Weise weitere Schwellwerte definiert werden, die das Herannahen der Kippgefahr signalisieren. Dabei kann auch die Art der Ladung, z. B. wegen der Rutschgefahr, berücksichtigt werden.

Wird z. B. als Fahrzeug F ein Nutzfahrzeug herangezogen und dieses ungleichmäßig beladen, dann kann eine Neigung des Nutzfahrzeuges F schon im Stillstand auftreten. Diese Neigung kann über den Neigungsgeber N automatisch ermittelt, und über den Rechner für die weitere Betrachtung herausgemittelt werden. Hierzu ist es sinnvoll, den Rechner mit Informationen darüber zu versorgen, ob sich das Fahrzeug in Bewegung befindet oder ob es steht. Weiter kann durch einen zweiten, am Fahrwerk FW befestigten Neigungsgeber ermittelt werden, ob die statische Schräglage tatsächlich durch ein ungleichmäßiges Beladen oder auf einen geneigten Untergrund, auf dem sich das Fahrzeug befindet, zurückzuführen ist. Diese Information ist dem Rechner ebenfalls zuzuführen.

In einem zweiten Anwendungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Neigungsgebers werden die Ausgangsdaten des Neigungsgebers N einem Neigungskompensator NK zugeführt, der die Lage des Schwerpunktes S des Aufbaus A, abhängig von der Größe des Neigungswinkels  $\alpha$ , in seiner Lage verändert. Um eine solche Änderung zu bewirken, können die Aufbauten z. B. um eine Achse parallel zur Längsachse, wie in Fig. 2 abge-

bildet, gelagert sein. Bei dieser Ausführung wird der Neigungswinkel  $\alpha$  des Aufbaus bezüglich der Horizontalen stets vom Neigungsgeber ermittelt und das Ausgangssignal auf eine Vorrichtung V gegeben, die in der Lage ist, den Aufbau A in die Horizontale zurückzudrehen. Eine Abweichung wird vom Neigungsgeber erfaßt und durch den Neigungskompensator NK ausgeglichen. Die Drehung des Aufbaus A kann hydraulisch über einen Stempel, wie in Fig. 2 angedeutet, oder elektrisch über einen Linearantrieb erfolgen.

Eine Änderung des Schwerpunktes A kann auch durch die Verschiebung des Aufbaus, Teilen davon oder mit dem Aufbau verbundener Teile erreicht werden. Die Verschiebung verläuft dabei quer zur Längsrichtung des Fahrzeuges und zwar um einen von der Art des Aufbaus und/oder der Ladung abhängigen Betrag. Sie ist umso größer, je größer der Neigungswinkel des Aufbaus ist, und wirkt der die Neigung verursachenden Kraft entgegen.

Maßnahmen, die einen Neigungswinkel  $\alpha$  durch Verändern der Lage des Aufbaus, Teilen davon oder mit diesen befestigten Teilen kompensiert, eignen sich besonders für die Nachrüstung von Fahrzeugen.

Die Elemente zur Kompensation des Neigungswinkels  $\alpha$  können auch Bestandteile des Fahrwerks FW sein. So können speziell Federung und Lenkung, und zwar besonders dann, wenn getrennt regelbare hydro-pneumatische Federelemente zur Kompensation des Neigungswinkels herangezogen werden. In diesen Fällen können Fahrwerk und Aufbau als Einheit betrachtet werden.

Der Lenkradeinschlag ist ebenfalls eine nützliche Information zur Unterscheidung von Neigungen infolge von Kurvenfahrt und solchen infolge einer zwar geraden, aber quer zur Fahrtrichtung geneigten Straße, z. B. infolge von Hanglage. Bei geraden Fahrten kann dann trotz Neigung auf die Neigungskompensation gegebenenfalls verzichtet werden, obwohl sie auch dann von Vorteil ist.

In einem einfachen Ausführungsbeispiel einer Neigungskompensation wird der Aufbau A um die Längsachse drehbar so gelagert, daß auch die Längskräfte von den Lagern aufgenommen werden. Dabei werden z. B. zur Stützung des Aufbaus A je ein oder mehrere Hydraulikstempel so verteilt, daß die von diesen auf zunehmenden Kräfte der maximalen Zuladung für den Aufbau ihrer Leistungsfähigkeit angepaßt sind. Je mehr Stempel verwendet werden, desto kleiner können diese sein und desto schneller sind sie verstellbar. Die Stempel jeder Seite sind über eine Druckringleitung miteinander verbunden. Jede der beiden Druckringleitungen führt zu einer Druckpumpe, die im Wechseltakt arbeitet. Dies bedeutet, daß sie die insgesamt konstante Menge an Hydraulikflüssigkeit umpumpt, je nachdem, welche Seite des Aufbaus gehoben werden soll.

Das Steuersignal für die Pumpe wird von der Rechneinheit geliefert, die eine Anzahl von Eingangsdaten enthält. Dazu gehören vor allem der Drehwinkel und der Lenkradeinschlag. Weitere Daten können von Sensoren wie Druckmesser, Lotgeber und Temperaturmesser geliefert werden.

Der Druckmesser liefert den Differenzdruck zwischen rechter und linker Seite des Aufbaus. Er ist bei Geradeausfahrt Null und steigt mit wachsender Fliehkraft.

Ferner kann der Lotmesser auf einfache Weise die Funktion des zweiten Faserkreises übernehmen und diesen ersetzen. Über den Lotmesser wird auch die Be-

zugsrichtung (Horizontale) gemessen, gegenüber der der vom Faserkreisel ermittelte Neigungswinkel gemessen wird. Die Bezugsrichtung wird dabei automatisch, z. B. durch betätigen der Zündung vor Fahrtantritt ermittelt. Bei ihrer Ermittlung kann auch eine statische Schräglage des Aufbaus A mitberücksichtigt werden.

Die Temperatur ist nützlich zur Berechnung des fließkraftbedingten Druckes, der durch den temperaturbedingten Druckanteil (Ausdehnungskoeffizienten der Hydraulikflüssigkeit) verfälscht wird.

Bei dem auch in Fig. 2 abgebildeten Ausführungsbeispiel liegt der Drehpunkt D für den Aufbau A unterhalb seines Schwerpunktes S. Die Anhebung des Aufbaus erfolgt dann auf der Kurvenaußenseite. Legt man jedoch den Drehpunkt D für den Aufbau A über den Schwerpunkt S des beladenen Aufbaus, dann wird man den Regelablauf umkehren. Der Aufbau A wird dann auf der Kurveninnenseite angehoben. Der Schwerpunkt S wandert dann ebenfalls zur Kurveninnenseite und die Räder werden dort mehr belastet.

Nachteilig bei dieser Methode ist jedoch die Verstärkung der Neigung nach außen. Sie kommt daher nur für volle Flüssigkeits- oder Schüttgutbehälter in Frage.

Bei der Verwendung von automatischen Stempeln kann der Energieverbrauch des Neigungskompensators minimiert werden, indem der von einem Druckspeicher aufgebaute Hochdruck zur Neigungskompensation bei Wegfall des Bedarfs über eine Pumpe wiederum in den Hochdruckspeicher gepumpt wird und diesen Hochdruckspeicher dabei nachlädt.

Die Erfindung wird vorteilhafterweise bei steuerbaren größeren Fahrzeugen z. B. in Lastkraftfahrzeugen, eingesetzt. Sie bietet beim Transport von Gefahrgut, z. B. durch Tanklastfahrzeuge, aufgrund der erreichbaren hohen Meßgenauigkeit des Neigungswinkelgebers eine verbesserte Sicherheitsstufe.

Als Aufbau des Fahrzeuges kann z. B. ein Schüttgutbehälter, ein Tank für eine Flüssigkeit, eine Halterung für einen Container oder auch der Sattel eines Sattelschleppers, oder die Zapfenseite des Auflegers des Sattelschleppers angesehen werden. Bei Bussen stellt der Fahrgastraum den Aufbau dar und es kann der Neigungswinkel der Sitze oder Sitzgruppen aus Komfortgründen kompensiert werden.

#### Patentansprüche

1. Neigungsgeber (N) für ein Fahrzeug (F) mit einem Aufbau (A) zur Ermittlung des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) des Aufbaus (A) gegenüber der Horizontalen (H) quer zur Fahrtrichtung des Fahrzeuges (F) über die Messung der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ), mit der sich der Aufbau in Richtung des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) dreht.
2. Neigungsgeber nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) in einem Inertialsystem ermittelt wird.
3. Neigungsgeber nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) über einen optischen Faserkreisel mit einer Faserspule, der unter Ausnützung des Sagnac-Effekts wirkt, ermittelt wird.
4. Neigungsgeber nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelachse der Faserspule des Faserkreisels parallel zur Fahrzeuglängsachse liegt.
5. Kippwarngerät mit einem Neigungsbereich nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

net, daß nach Überschreitung eines kritischen Wertes des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) oder der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ) ein Warnsignal erzeugt wird.

6. Kippwarngerät mit einem Neigungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Vorliegen verschiedener kritischer Werte abhängig vom Neigungswinkel ( $\alpha$ ) oder der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ) unterschiedliche Warnsignale abgegeben werden.

7. Neigungskompensator mit einem Neigungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß er eine Vorrichtung zur Bewegung des Schwerpunktes (S) des Aufbaus (A) quer zur Fahrzeuglängsrichtung abhängig vom Neigungswinkel ( $\alpha$ ) aufweist, durch die der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) auf ein Minimum regelbar ist.

8. Fahrzeug mit einem Neigungskompensator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbau (A) des Fahrzeuges (F) in Längsrichtung des Fahrzeuges (F) drehbar gelagert ist und durch die Vorrichtung zur Bewegung der Neigungswinkel ( $\alpha$ ) regelbar ist.

9. Fahrzeug mit einem Neigungskompensator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbau (A), Teile davon oder mit dem Aufbau verbundene Teile quer zur Längsachse durch die Vorrichtung zur Bewegung verschiebbar sind.

10. Vorrichtung zur Verhinderung des Kippens eines Fahrzeuges mit einem Neigungsgeber nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach Überschreiten eines kritischen Wertes des Neigungswinkels ( $\alpha$ ) oder der Drehrate ( $d\alpha/dt$ ) eine Geschwindigkeitsverringerung des Fahrzeuges bewirkt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

